

PAT-NO: JP402221829A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02221829 A  
TITLE: OPTICAL FIBER FOR TEMPERATURE SENSOR  
PUBN-DATE: September 4, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
HATTORI, TOMOYUKI  
MATSUDA, HIROO

ASSIGNEE-INFORMATION:

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| NAME                      | COUNTRY |
| SUMITOMO ELECTRIC IND LTD | N/A     |

APPL-NO: JP01041499  
APPL-DATE: February 23, 1989

INT-CL (IPC): G01K011/12, G02B006/02 , G02F001/13

ABSTRACT:

PURPOSE: To stably measure a temperature with high accuracy by providing a silica-based glass core and a plastic clad.

CONSTITUTION: The silica-based glass core 1 and the plastic clad 2 are provided. Liquid crystal in which scattered light changes in accordance with a used temperature area is contained in the clad 2. When the environmental temperature changes, the scattering of the light changes in the clad layer 2. Furthermore, a part of light energy which propagates in the core 1 of an optical fiber exudes to the clad layer 2 and is attenuated by receiving the

effect of the scattering and absorption of the clad layer  
2. Therefore, when  
the scattering of light changes in the clad layer 2, the  
transmission loss of  
the optical fiber changes. Then, the environmental  
temperature of the optical  
fiber is known by measuring the change of the transmission  
loss.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-221829

⑤ Int.Cl.<sup>5</sup>

G 01 K 11/12

G 02 B 6/02

G 02 F 1/13

識別記号

1 0 2

庁内整理番号

F 7409-2F  
L 7409-2F  
A 7036-2H  
8910-2H

④ 公開 平成2年(1990)9月4日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全3頁)

⑭ 発明の名称 温度センサ用光ファイバ

⑮ 特 願 平1-41499

⑯ 出 願 平1(1989)2月23日

⑰ 発 明 者 服 部 知 之 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑰ 発 明 者 松 田 裕 男 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
横浜製作所内

⑰ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

⑰ 代 理 人 弁理士 光石 英俊 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

温度センサ用光ファイバ

## 2. 特許請求の範囲

コアが石英系ガラス、クラッドがプラスチック系材料からなるプラスチッククラッド光ファイバであって、プラスチッククラッド中に、使用温度域で光散乱が変化する液晶を含有することを特徴とする温度センサ用光ファイバ。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は、温度の変化を光の伝送損失として検知することができる温度センサ用光ファイバに関する。

## &lt;従来の技術&gt;

光ファイバを用いた温度センサは、細径・軽量で、電磁的ノイズの影響を受けず、また、スパークなどによる爆発等の心配がなく、本質的に安全であるという優れた特長を有して

おり、各種用途への適用が試みられている。かかる温度センサの方式としては、光ファイバ以外のセンサ素子の物理量変化を光ファイバにより伝送する方式と、光ファイバ自体が光信号の伝送媒体であると同時に温度センサ素子として働く方式とがあるが、このうち後者の方式は、1本の光ファイバを設置するだけで、この光ファイバと光時分割多重(OTDR)方式の光パルス試験装置とを組合せることにより当該光ファイバに沿った任意の位置における温度計測ができるという優れたものである。

この後者の方式に用いられる温度センサ用光ファイバとしては、従来から、ファイバのレイリー散乱やラマン散乱の温度変化を利用するものと、被覆材料の熱膨張・収縮によるファイバの曲り損失の変化を利用するものとが代表的なものとして検討されている。

## &lt;発明が解決しようとする課題&gt;

しかしながら、レイリー散乱による温度変

化を利用するものでは、レイリー散乱は光の弾性散乱でありその温度変化が小さいため、検出精度が不十分である。またラマン散乱は入射した光子がそのエネルギーの一部を分子の回転エネルギーとして吸収されて散乱する現象で、レイリー散乱よりも大きな温度変化を示すが、このラマン散乱光はレイリー散乱光の $10^{-3}$ 程度の低強度であり、その分離と検出のために複雑な光学系を必要とするため、ラマン散乱を利用したものも実用化は難しい。

一方、光ファイバの曲り損失の温度変化を利用するものでは、被覆材料の熱膨張・収縮の塑性ヒステリシスに基づく損失ヒステリシスが存在するので、経時安定性や温度の絶対値測定の点で問題がある。

本発明はこのような事情に鑑み、従来とは全く異なる方式により、高感度且つ安定して温度計測が可能な温度センサ用光ファイバを提供することを目的とする。

の散乱が生じるものであり、例えば、シクロヘキシルカルボン酸フェニルエステル系混合液晶、4-n-ペンタデシル-4'-シアノビフェニル等を挙げることができる。

また、クラッド層を形成するプラスチック材料はコアを形成する例えば $\text{SiO}_2$ より屈折率の小さいものであればよいが、一般にはシリコーン樹脂が用いられる。

#### <実施例>

第1図には本実施例で製造した各種光ファイバの断面構造を示し、図中、1は石英系ガラスからなるコア、2は温度変化により光散乱が変化する液晶を含有するプラスチック材料からなるクラッドである。

かかる光ファイバA～Cは、石英ガラスを $125\mu\text{m}$ に線引きしてコア1を形成し、このコア1に、 $\text{SiO}_2$ より屈折率の小さいシリコーン樹脂に下記第1表に示す各種液晶を添加した材料をコーティング法により $180\mu\text{m}\phi$ となるように被覆してクラッド2とすること

#### <課題を解決するための手段>

前記目的を達成する本発明にかかる温度センサ用光ファイバは、コアが石英系ガラス、クラッドがプラスチック系材料からなるプラスチッククラッド光ファイバであって、プラスチッククラッド中に、使用温度域で光散乱が変化する液晶を含有することを特徴とする。

前記構成の温度センサ用光ファイバは、その環境温度が変化するとクラッド層の光散乱が変化する。光ファイバのコア中を伝搬する光エネルギーのうち一部はクラッド層に浸み出してクラッド層の散乱、吸収の影響を受け、減衰される。したがって、クラッド層の光散乱が変化するすると、当該光ファイバの伝送損失が変化するることになり、伝送損失の変化を測定することにより、光ファイバの環境温度を知ることができる。

なお、本発明に用いられる液晶としては、ある温度域において、コレステリック液晶らせんピッチが変化するることにより選択的な光

により製造したものである。なお、第2図には、本実施例で用いた各種液晶高分子の $0.85\mu\text{m}$ における温度依存性を示す。

また、比較のため、液晶を添加しないで同様に光ファイバを製造した。

第1表

| 試料<br>No. | クラッド材料  |          | 適する温度域   | 伝 送 損 失       |                              |
|-----------|---------|----------|----------|---------------|------------------------------|
|           | 樹脂      | 液晶       |          | 伝送損失 $\alpha$ | 温度係数 $\Delta\alpha/\Delta T$ |
| A         | シリコーン樹脂 | シアバネ系液晶a | -20℃～10℃ | 28.2dB/km     | 0.14dB/km/℃                  |
| B         | 〃       | シアバネ系液晶b | 0℃～30℃   | 15.3          | 0.12                         |
| C         | 〃       | フェニル系液晶c | 30℃～60℃  | 8.5           | 0.13                         |
| D         | 〃       | なし       | —        | 4.9           | 0.00                         |

\*1 23℃、 $0.85\mu\text{m}$ での値

\*2 表中に示した使用温度域での値

このようにして製造した光ファイバA～Cについて、23℃、0.85 μmでの伝送損失並びに実際の温度センサとして使用に適する温度域における伝送損失の温度係数を測定した。これらの結果も第1表に示す。

シアノビフェニル系液晶aを添加した光ファイバAは、液晶aの透過率が温度により大きく変化する領域(−20℃～10℃)において温度に対して特に敏感に反応し、0.14 dB/km/℃という大きな温度係数を示した。また、光ファイバB、Cもそれぞれ(0℃～30℃)、(30℃～60℃)という温度領域において、0.12 dB/km/℃、0.13 dB/km/℃という温度係数を示した。なお、液晶無添加の光ファイバDについては伝送損失の温度依存性は認められなかった。

この結果からも明らかなように、本発明の光ファイバは温度センサとして使用することができ、又、その使用温度領域も添加する液晶の種類を変えることにより適宜変えること

ができる。

なお、このような光ファイバを温度センサとして使用する場合には、例えば1本の当該光ファイバを温度を測定したい領域に配設し、光パルス試験装置を用いてその長手方向に亘る伝送損失の分布を測定するようにすれば被測定域の温度分布を知ることができる。

#### < 発明の効果 >

以上説明したように、本発明にかかる温度センサ用光ファイバは、プラスチッククラッド層内に、温度変化により光散乱が変化する液晶を含有するため、光伝送損失に温度依存性を示し、又、その伝送損失は感度よく且つ安定して温度に反応するため、温度センサとして極めて有用である。

#### 4. 図面の簡単な説明

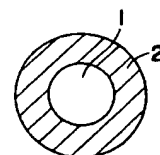
第1図は本発明の実施例にかかる光ファイバの断面図、第2図は実施例で用いた液晶の透過率の温度依存性を示すグラフである。

図 面 中、

- 1 は石英系ガラスコア、  
2 はプラスチッククラッドである。

特 許 出 願 人  
住 友 電 気 工 業 株 式 会 社  
代 理 人  
弁 理 士 光 石 英 俊  
(他1名)

第 1 図



第 2 図

